



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



**INEEL**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL  
CECSE**  
CENTRO ESPECIALIZADO  
DE CAPACITACIÓN PARA  
EL SECTOR ENERGÍA

INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD  
Y ENERGÍAS LIMPIAS

# **Eficiencia energética: generación, distribución y consumo de energía eléctrica**

**Créditos: 6  
40 horas**

## **Objetivo**

Aplicar la técnica y metodología para desarrollar un estudio de eficiencia energética en la generación, distribución y consumo de instalaciones eléctricas industriales, utilizando la última tecnología y mejores prácticas operativas para incrementar la eficiencia energética en los procesos, sistemas y equipos, mediante estricto cumplimiento de la normatividad vigente aplicable.

## **Dirigido**

A ingenieros electricistas interesados en realizar estudios de eficiencia energética en los sectores industrial, comercial y de servicios.

## **Temario**

### **Capítulo 1: Contexto mundial y nacional de la eficiencia energética.**

- 1.1 Problemática
- 1.2 Disponibilidad de combustibles
- 1.3 Tendencia del uso de energéticos en la generación eléctrica
- 1.4 Áreas de desarrollo para el ahorro y uso eficiente de la energía
- 1.5 Consumo de usos finales en el sector industrial a nivel mundial y en México
- 1.6 Definiciones (eficiencia, ahorro y conservación de energía, consumo, demanda, etc.)

### **Capítulo 2: Eficiencia en la generación eléctrica.**

- 2.1 Red eléctrica típica de un Sistema Eléctrico Industrial.
- 2.2 Conceptos de generación eléctrica.
- 2.3 Fundamentos del turbogenerador.
- 2.4 Evaluación y mejora de la eficiencia operativa y/o tecnológica del TG (fundamentos).
  - 2.4.1 Metodología paso a paso: Planteamiento y selección de alternativas técnicas.
  - 2.4.2 Metodología paso a paso: Análisis económico de



alternativas técnicas  
seleccionadas

## 2.5 Conceptos básicos del análisis económico

### Capítulo 3: Eficiencia en la distribución eléctrica

- 3.1 Niveles de tensión recomendados (configuraciones eléctricas)
- 3.2 Fundamentos del transformador y conductor eléctrico (alimentador)
- 3.3 Pérdidas eléctricas en la transformación y alimentadores ( $I^2R$ ), caídas de tensión y factor de potencia.
- 3.4 Efectos de bajo factor de potencia y tensión de la distribución eléctrica
- 3.5 Selección de la capacidad del transformador y alimentador

**Práctica:** Realizar cálculo de un ejemplo real de un estudio de factibilidad.

### Capítulo 4: Eficiencia en el consumo eléctrico - Auditoría energética. (Definición y tipos)

- 4.1 Fundamentos del factor de potencia y potencia reactiva,
- 4.2 Cálculo de la capacidad de condensadores.
- 4.3 Medidas sin o bajo costo, media y alta inversión (6 meses, 6 meses a 2 años, y 18 meses o superiores).
- 4.4 Motores eléctricos
  - 4.4.1 Fundamentos del motor eléctrico.

4.4.2 Estimación de la eficiencia en campo (factor de carga, desbalance de voltaje, distorsión armónica y reparaciones).

4.4.3 Criterios de selección de motores para su cambio.

4.4.4 Presentación de un ejemplo de cálculo. Análisis de motores eléctricos (determinación de su eficiencia y evaluación económica).

**Práctica:** Realizar cálculo de un ejemplo real de análisis de cambio de motor eléctrico actual por eficiente.

4.5 Alumbrado interior y exterior (instalaciones y vialidades)

- 4.4.1 Fundamentos de alumbrado,
- 4.5.2 Tecnologías de iluminación (LEDs, VSAP, Fluorescentes T8 y T5).
- 4.5.3 Consideraciones en la selección de lámparas
- 4.5.4 Presentación de un ejemplo de cálculo. Análisis económico básico (Excel) y de iluminación Visual.

4.6 Aire acondicionado

- 4.6.1 Fundamentos.
- 4.6.2 Tecnologías de Aire acondicionado.
- 4.6.3 Normatividad
- 4.6.3 Consideraciones en la selección
- 4.6.4 Presentación de un ejemplo de cálculo.

- 4.7 Indicadores de eficiencia energética y su cálculo (DPEA)
- 4.8 Normativa (Motores, Iluminación y Aire Acondicionado)

## **Capítulo 5: Metodología de evaluación económica (VPN, TIR, B/C y PR, Taza de descuento, definiciones, etc.)**

- 5.1 Introducción
- 5.2 Conceptos
- 5.3 Ejemplos de aplicación

## **Capítulo 6: Administración del lado de la demanda (DSM). (Definición y tipos)**

- 6.1 Administración de la carga eléctrica
- 6.2 Administración de la energía eléctrica
- 6.3 Tarifas eléctricas
- 6.4 Potencia en espera (Standby)

### **Instructores**



**Ing. Martin Maqueda  
Zamora**

Ingeniero en Electrónica con especialidad en sistemas digitales y computadoras

egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Cuenta con cerca de 30 años de experiencia en el área de Eficiencia Energética, 10 años en el desarrollo de auditorías energéticas en los sectores industrial y comercial y 20 años como Líder de proyecto y experto en el área de Eficiencia Energética, Diagnósticos Energéticos, evaluación de programas de eficiencia energética, evaluación y análisis técnico-económico de indicadores energéticos y financieros para las medidas de eficiencia energética, y en la evaluación y caracterización de usos finales en equipos y en el Sistema Eléctrico Nacional. Cuenta con experiencia en la aplicación de sistemas de monitoreo para la medición de variables de energía eléctrica. Ha participado en proyectos de Diagnósticos Energéticos para PEMEX y la CNLV.

Ha trabajado en propuestas en el área de eficiencia energética con grupos de trabajo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) y University Colleague London (UCL) presentando propuestas de proyectos ante el CONACYT.

Certificado por el Canadian Institute for Energy Training en el uso de RETScreen Expert con el título de Certified RETScreen Expert (CRE). Ha publicado diversos artículos relacionados con los trabajos de evaluación de programas de eficiencia energética y de Administración de la Demanda.



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



**INEEL**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍAS LÍMPIAS



**INEEL  
CECSE**  
CENTRO ESPECIALIZADO  
DE CAPACITACIÓN PARA  
EL SECTOR ENERGÍA



**M.C. Oscar A. Reyes  
Martínez**

Ingeniero industrial eléctrico, por el Instituto Tecnológico de Veracruz y maestro en ciencias con especialidad en sistemas eléctricos de potencia por la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Es investigador de la Gerencia de Equipos Eléctricos del INEEL.

Especialista en el área de máquinas eléctricas rotatorias. Ha dirigido varios proyectos para la CFE, Luz y Fuerza del Centro, PEMEX y Compañías Privadas del Sector Eléctrico. Estos proyectos incluyen: Evaluación y diagnóstico de motores y generadores mediante pruebas en línea y fuera de línea, Supervisión de rehabilitación de motores y generadores, Especificación de alcances de mantenimiento, Participación en grupos de normalización de la CFE, Desarrollo de metodologías para la evaluación de generadores y transformadores de potencia, Evaluación de cables de alta tensión, Evaluación de transformadores de instrumento.

Autor de varios artículos nacionales e internacionales dentro del área de Máquinas Eléctricas Rotatorias. Ha sido representante de México ante el grupo SC-A1 "Máquinas eléctricas rotatorias" del Cigré.



**M.C. Saúl Rosas  
Romero**

Ingeniero Electricista por el Instituto Tecnológico de Orizaba y Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET).

Investigador de la Gerencia de Uso de Energía Eléctrica (GUEE) en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), antes Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), desde 2013 ha colaborado en diversos proyectos en las líneas de investigación de confiabilidad y eficiencia energética de la Gerencia de Uso de Energía Eléctrica (GUEE) del INEEL.

Ha participado en la evaluación y diagnóstico de equipo primario de subestaciones, análisis termodinámico del sistema de enfriamiento de transformadores, pruebas a motores de inducción trifásicos, diagnósticos energéticos del sistema de iluminación y aire acondicionado, modelado de sistemas eléctricos de potencia en software especializado, análisis de sistemas de generación distribuida interconectados a la red.

Así mismo ha trabajado en el análisis de sistemas de generación fotovoltaica interconectados para la regulación del factor de potencia y el análisis de la inyección de armónicos en el punto de conexión común. Actualmente colabora en proyectos relacionados con el análisis de confiabilidad de sistemas eléctricos de



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



**INEEL**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL  
CECSE**  
CENTRO ESPECIALIZADO  
DE CAPACITACIÓN PARA  
EL SECTOR ENERGÍA

potencia, para instalaciones petroleras en tierra y costa fuera (PEMEX).

Certificado por el Canadian Institute for Energy Training en el uso de RETScreen Expert con el título de Certified RETScreen Expert (CRE).



**M.C. Eleazar Reyes Trujillo**

Ingeniero electricista egresado del Instituto Tecnológico del Istmo. Maestro en Ciencias egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del IPN en 2004.

Es investigador del INEEL en la gerencia de uso de energía, ha trabajado como supervisor y diseñador eléctrico en la iniciativa privada.

Sus áreas de interés son la aplicación de la electrónica de potencia en sistemas eléctricos, el desarrollo de filtros activos y en los últimos dos años ha trabajado como supervisor de seguridad y elaboración de clasificación de áreas peligrosas.

Ha intervenido en algunos proyectos como Instalaciones Eléctricas Industriales y Residenciales México, D.F.

Cuenta con la certificación en los siguientes estándares de competencia del CONOCER:

Estándar de Competencia EC0076: Evaluación de la competencia de

candidatos con base en Estándares de Competencia.

Estándar de Competencia EC0118: Realización de instalaciones eléctricas en edificación de vivienda.

Estándar de Competencia EC0217: Impartición de cursos de formación del capital humano presencial grupal.

Estándar de Competencia EC0586: Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria.

Ha impartido cursos en el tema de:

Calidad de la Energía,

Realización de instalaciones eléctricas en edificación de vivienda alineado al Estándar de Competencia Laboral EC0118.



**Ing. Jorge Luis Sánchez  
Sotelo**

Graduado de Ingeniería Electromecánica, del Instituto Tecnológico de Zacatecas, con especialidad en manufactura avanzada.

Desde el 2008 ingresó como becario al INEEL. Ha trabajado en varios proyectos relacionados con la instrumentación de generadores eléctricos en plantas termoeléctricas, hidroeléctricas y geotermoeléctricas, pertenecientes a la CFE. Así mismo, en proyectos para la evaluación de eficiencia de turbogeneradores, estudios de factibilidad técnica-económica para PEMEX Exploración y Producción, en tierra y costa fuera. Ha trabajado en proyectos para la

CONUEE relacionados con estudios sobre la eficacia de la Normas Oficiales Mexicanas, programas de información y etiquetado en materia de eficiencia energética. Ha participado en varias ediciones como miembro del Comité Evaluador en Morelos, México, del Premio a la Eficiencia Energética; así como miembro del comité evaluador para el Premio a la Eficiencia Energética Nacional de Colombia.

Actualmente se especializa en el área de eficiencia energética en equipos de uso final domésticos e industriales. Dentro del área de confiabilidad eléctrica, trabaja en los ajustes de las protecciones no coordinables de generadores eléctricos. Especialista en el análisis de información para evaluación de programas de eficiencia energética y metodologías de evaluación, generación de indicadores energéticos para la evaluación de impactos debido a la aplicación de normas de eficiencia energética, medición de parámetros eléctricos para la evaluación de la eficiencia de equipos de aire acondicionado y pruebas de laboratorio para determinar la eficiencia de diversos equipos de usos final. Certificado por el Canadian Institute for Energy Training en el uso de RETScreen Expert con el título de Certified RETScreen Expert (CRE).